

# RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE TUNTUM

**PROJETO CADASTRO DE  
FONTES DE ABASTECIMENTO  
POR ÁGUA SUBTERRÂNEA**

**ESTADO DO MARANHÃO**



**PAC** PROGRAMA DE  
ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO

Dezembro/2011

**Ministério de Minas e Energia**  
**Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**  
**Programa de Aceleração do Crescimento - PAC /CPRM - Serviço Geológico do Brasil**  
**Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial**  
**Departamento de Hidrologia**  
**Divisão de Hidrogeologia e Exploração**  
**Residência de Teresina**

**PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR**  
**ÁGUA SUBTERRÂNEA**

**ESTADO DO MARANHÃO**

**RELATÓRIO DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE TUNTUM**

**ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO**

**Geólogo: Francisco Lages Correia Filho/CPRM – Especialista em Recursos**

**Hídricos e Meio Ambiente**

**CONSULTORIA EXTERNA – SERVIÇOS TERCEIRIZADOS**

**Geólogo: Érico Rodrigues Gomes – M. Sc.**

**Geólogo: Ossian Otávio Nunes – Especialista em Recursos Hídricos**

**Geólogo: José Barbosa Lopes Filho – Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente**

**Teresina/Piauí**

**Dezembro/2011**

---

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
Edison Lobão  
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA  
Márcio Pereira Zimmermann  
Secretário Executivo

---

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO,  
ORÇAMENTO E GESTÃO  
Maurício Muniz Barreto de Carvalho  
Secretário do Programa de Aceleração do  
Crescimento

SECRETARIA DE GEOLOGIA,  
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO  
MINERAL  
Claudio Scliar  
Secretário

---

### CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Manoel Barretto da Rocha Neto  
Diretor-Presidente

Thales de Queiroz Sampaio  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

Roberto Ventura Santos  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais - DGM

Eduardo Santa Helena  
Diretor de Administração e Finanças - DAF

Antônio Carlos Bacelar Nunes  
Diretor de Relações Institucionais e  
Desenvolvimento - DRI

Frederico Cláudio Peixinho  
Chefe do Departamento de Hidrologia - DEHID

Ana Beatriz da Cunha Barreto  
Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração - DIHEXP

Antônio Reinaldo Soares Filho  
Chefe da Residência de Teresina - RETE

Maria Antonieta A. Mourão  
Coordenadora Executiva do DEHID

Frederico José de Souza Campelo  
Coordenador Executivo da RETE

Francisco Lages Correia Filho  
Assistente de Produção DHT/RETE

## COORDENAÇÃO GERAL

Frederico Cláudio Peixinho – Chefe do DEHID

## COORDENAÇÃO TÉCNICA

Francisco Lages Correia Filho – CPRM/RETE  
Carlos Antônio da Luz - CPRM/RETE

## RESPONSÁVEIS PELO PROJETO

Carlos Antônio da Luz – Período 2008/2009  
Francisco Lages Correia Filho – Período 2009/2011

## COORDENAÇÃO DE ÁREA

Ângelo Trévia Vieira  
Liano Silva Veríssimo  
Felicíssimo Melo  
Epifânio Gomes da Costa  
Breno Augusto Beltrão  
Ney Gonzaga de Sousa  
Francisco Alves Pessoa  
Jardo Caetano dos Santos (in memorian)  
Pedro de Alcântara Braz Filho

## EQUIPE TÉCNICA DE CAMPO

### REFO

Ângelo Trévia Vieira  
Epifânio Gomes da Costa  
Felicíssimo Melo  
Francisco Alves Pessoa  
Liano Silva Veríssimo

### RETE

Francisco Lages Correia Filho  
Carlos Antônio da Luz  
Cipriano Gomes Oliveira  
Ney Gonzaga de Sousa  
Francisco Pereira da Silva  
José Carlos Lopes

### SUREG/RE

Breno Augusto Beltrão

### SUREG/SA

Jardo Caetano dos Santos (in memorian)  
Pedro de Alcântara Braz Filho

## SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA DOS RELATÓRIOS MUNICIPAIS

Érico Rodrigues Gomes – Geólogo, M. Sc.  
Ossian Otávio Nunes – Geólogo, Especialista em Recursos Hídricos  
José Barbosa Lopes Filho – Geólogo, Especialista em Recursos Hídricos e Meio Ambiente

## RECENSEADORES

Adauto Bezerra Filho  
Antônio Edilson Pereira de Souza  
Antonio José de Lima Neto  
Antonio Marques Honorato  
Átila Rocha Santos  
Celso Viana Maciel  
Cipriano Gomes de Oliveira - CPRM/RETE  
Claudionor de Figueiredo  
Daniel Braga Torres  
Daniel Guimarães Sobrinho  
Ellano de Almeida Leão  
Emanuelle Vieira de Oliveria  
Felipe Rodrigues de Lima Simões  
Francisco Edson Alves Rodrigues  
Francisco Fábio Firmino Mota  
Francisco Ivanir Medeiros da Silva  
Francisco Pereira da Silva - CPRM/RETE  
Gecildo Alves da Silva Junior  
Glauber Demontier Queiroz Ponte  
Haroldo Brito de Sá  
Henrique Cristiano C. Alencar  
Jardel Viana Marciel  
Joaquim Rodrigues Lima Junior  
José Bruno Rodrigues Frota  
José Carlos Lopes - CPRM/RETE  
Juliete Vaz Ferreira  
Julio César Torres Brito  
Nicácia Débora da Cunha  
Pedro Hermano Barreto Magalhães  
Raimundo Jeová Rodrigues Alves  
Raimundo Viana da Silva  
Ramiro Francisco Bezerra Santos  
Ramon Leal Martins de Albuquerque  
Rodrigo Araújo de Mesquita  
Robson Ferreira da Silva  
Robson Luiz Rocha Barbosa  
Romero Amaral Medeiros Lima  
Ronner Ferreira de Menezes  
Roseane Silva Braga  
Valdecy da Silva Mendonça  
Veruska Maria Damasceno de Moraes

## APOIO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

Thiago Moraes Sousa - ASSFI/RETE  
Marise Matias Ribeiro – Técnica em Geociências

## DIAGNÓSTICO DOS POÇOS CADASTRADOS

## ELABORAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE - Geólogo

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS RELATÓRIOS DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS

Mônica Cordulina da Silva  
Bibliotecária - CPRM/RETE

## ILUSTRAÇÕES

Francisco Lages Correia Filho - CPRM/RETE  
Ney Gonzaga de Sousa - CPRM/RETE  
Maria Tereza Barradas - Terceirizada  
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

## BANCO DE DADOS DO SIAGAS

### Coordenação

Josias Lima – Coordenador Nacional do SIAGAS – SUREG/RE

### Operador na RETE

Carlos Antônio da Luz – Responsável pelo SIAGAS/RETE

### Consistência das Fichas

Evanilda do Nascimento Pereira - Terceirizada  
Iris Celeste Nascimento Bandeira - CPRM/RETE  
José Sidiney Barros - CPRM/RETE  
Ney Gonzaga de Sousa - CPRM/RETE  
Maria Tereza Barradas - Terceirizada  
Mickaelon Belchior Vasconcelos - CPRM/RETE  
Paulo Guilherme de O. Sousa - Terceirizado  
Renato Teixeira Feitosa - Terceirizado  
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

## ELABORAÇÃO DOS MAPAS MUNICIPAIS DE PONTOS D'ÁGUA

### Coordenação

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASPDRI

### Execução

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASPDRI  
Gabriel Araújo dos Santos - CPRM/RETE  
Maria Tereza Barradas - Terceirizada  
Paulo Guilherme de O. Sousa – Terceirizado  
Veruska Maria Damasceno de Moraes - Terceirizada

## ELABORAÇÃO DOS RECORTES GEOLÓGICOS MUNICIPAIS

Francisca de Paula da Silva Braga - CPRM/RETE - ASSPDRI  
Gabriel A. dos Santos – CPRM/RETE  
Iris Celeste Bandeira Nascimento - CPRM/RETE  
Maria Tereza Barradas - Terceirizada  
Paulo Guilherme de O. Sousa - Terceirizado.

C824p Correia Filho, Francisco Lages

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Tuntum / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

31 p.: il.

1. Hidrogeologia – Maranhão - Cadastro. 2. Água subterrânea – Maranhão - Cadastro. I. GOMES, Érico Rodrigues. II. Nunes, Ossian Otávio. III. Lopes Filho, José Barbosa. IV. Título.

CDD 551.49098121

ILUSTRAÇÕES DA CAPA E DO CD ROM:

1. **Fotografia dos Lençóis Maranhenses** – extraída de [www.brasilturismo.blog.br](http://www.brasilturismo.blog.br);
2. **Fotografia de Pedra Caída, Carolina/MA** – extraída de [www.passagembarata.com.br](http://www.passagembarata.com.br);
3. **Fotografia Cachoeiras do Itapecuru, Carolina/Ma** – Otávio Nogueira, 18/07/2009. <http://www.flickr.com/photos/55953988@N00/3871169364>;
4. **Fotografia do Centro Histórico de São Luís** – <http://www.pousadaveneza.altervista.org/passeios.new.html>;
5. **Fotografias de Poços Tubulares** – CPRM/RETE/2009.

## APRESENTAÇÃO

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cuja missão é gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil executa no nordeste brasileiro, para o Ministério de Minas e Energia, projetos visando o aumento da oferta hídrica, inseridos no Programa Geologia do Brasil, Subprograma Recursos Hídricos, Ação Levantamento Hidrogeológico, em sintonia com as políticas públicas do governo federal.

São ações ligadas diretamente à Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, em parceria com o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal, orientadas dentro de uma filosofia de trabalho participativa e interdisciplinar com o intuito de fomentar atividades direcionadas para a inclusão social, reduzindo as desigualdades e estimulando a integração com outras instituições, visando assegurar a ampliação da oferta e disponibilidade dos recursos naturais, em particular dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Maranhão, de forma sustentável e compatível com as demandas da população maranhense.

Neste contexto o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão, cujos trabalhos de campo foram executados em 2008/2009 foi o último a ser realizado no nordeste brasileiro, abrangendo 213 municípios do território maranhense, excluindo-se, por questões metodológicas, apenas, a capital São Luis e os municípios periféricos de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar.

Dessa forma, essa contribuição técnica de significado alcance social credita à CPRM – Serviço Geológico do Brasil e ao Ministério de Minas e Energia, em parceria com o PAC – Plano de Aceleração do Crescimento, o cumprimento da missão institucional nas políticas públicas de governo que lhes é delegada pela União, de assegurar uma abordagem e tratamento adequados aos recursos hídricos subterrâneos, estimulando o seu aproveitamento de forma racional e sustentável, considerando-os como um bem natural, ecológico, social e econômico, vital para o desenvolvimento do país e para o bem estar e a saúde da população, particularmente no nordeste, face ao forte apelo social que representa no combate aos efeitos da seca e, como mecanismo com informações consistentes e atualizadas, na oferta de água de boa qualidade para as populações carentes, estimulando as políticas de saúde pública na eliminação de doenças de veiculação hídrica.

Thales de Queiroz Sampaio  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial  
CPRM – Serviço Geológico do Brasil

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3 - OBJETIVO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4 - METODOLOGIA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.1 – Localização e Acesso.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.2 - Aspectos Socioeconômicos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.3 - Aspectos Fisiográficos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.4 – Geologia.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6 - RECURSOS HÍDRICOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.1 - Águas Superficiais.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2 – Águas Subterrâneas.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
7 – CONCLUSÕES .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
8 – RECOMENDAÇÕES.....	36
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

### APÊNDICE

1. Planilha de Dados das Fontes de Abastecimento

### ANEXOS

1. Mapa de Pontos D'Água
2. Esboço Geológico Municipal

## 1 - INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas, que abrange quase toda a região Nordeste e o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil.

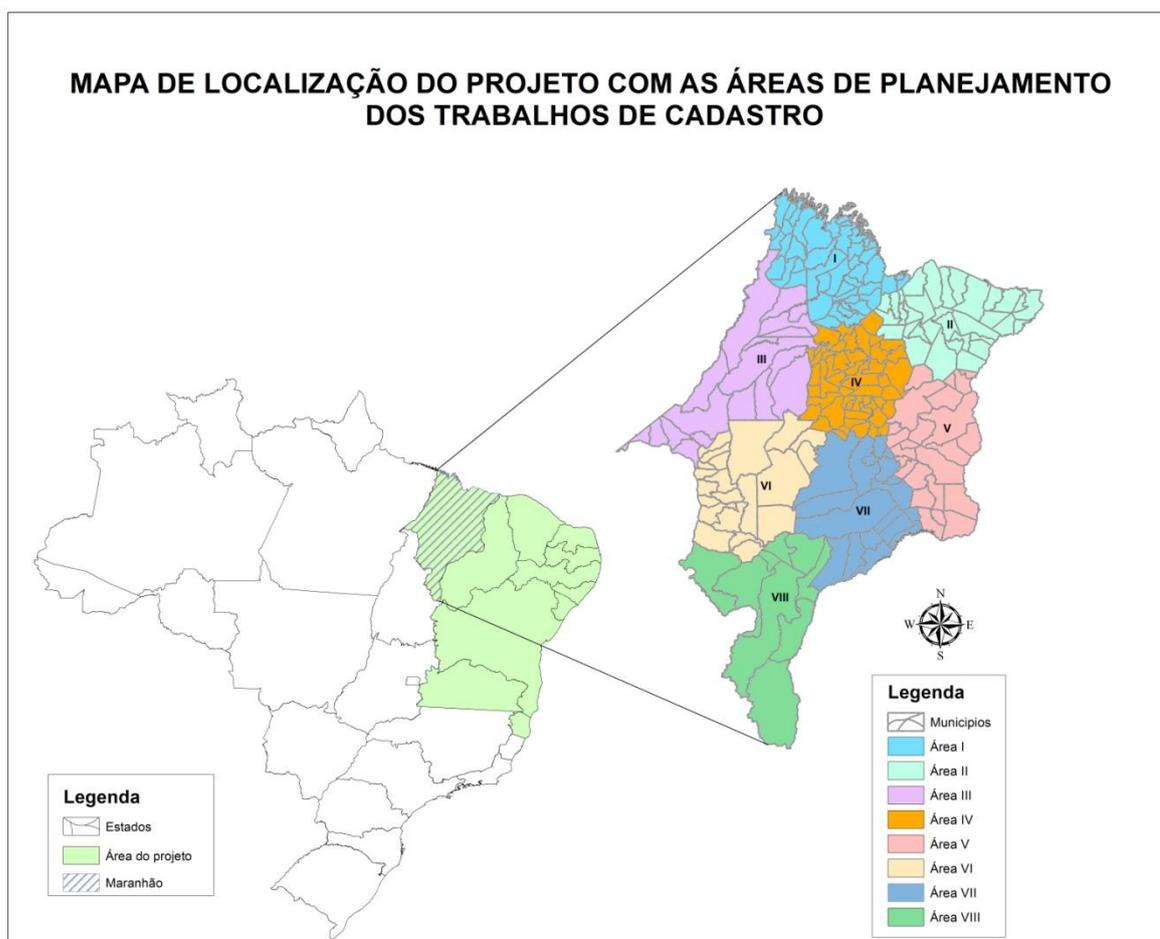
Esse quadro de escassez poderia ser modificado em determinadas regiões, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos, reduz substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando um gerenciamento eficiente. Além disso, as decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, a caracterização e a disponibilidade dessas fontes hídricas.

Para esse efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população e dos rebanhos. Neste sentido, um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes. Esse fato é agravado quando se observa a grande quantidade dessas captações de água subterrânea no semiárido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas por problemas de pequena monta, em muitos casos passíveis de ser solucionados com ações corretivas de baixo custo.

Para suprir as necessidades das instituições e demais segmentos da sociedade, atuantes no atendimento à população da região Nordeste quanto à garantia de oferta e disponibilidade hídricas, principalmente nos momentos críticos de estiagem, a CPRM executou o ***Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão***, em consonância com as diretrizes do Governo Federal e com os propósitos apresentados pelo Ministério de Minas e Energia.

## 2 - ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Os trabalhos de cadastramento estenderam-se por todo o estado do Maranhão, que foi dividido, metodologicamente, para efeito de planejamento, em oito áreas de atuação, compreendendo 213 municípios e cobrindo uma superfície aproximada de 330.511 km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1** - Área do projeto, em destaque, abrangendo todo o estado do Maranhão, e o cadastramento das regiões nordeste e norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, realizado pela CPRM.

## 3 - OBJETIVO

Cadastrar todos os poços tubulares, poços amazonas representativos e fontes naturais, em todo o estado do Maranhão, abrangendo 213 municípios. Excetua-se, por questões metodológicas, a região metropolitana da Ilha de São Luis, onde estão incluídos a capital e os municípios de Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar.

#### 4 – METODOLOGIA

O planejamento operacional para a realização deste projeto teve como base a experiência da CPRM em cadastramento de poços dos estados do Ceará, feito em 1998, de Sergipe, em 2001, além do Rio Grande do Norte, da Paraíba, de Pernambuco, de Alagoas, da Bahia, do Piauí e do norte de Minas Gerais e do Espírito Santos, em 2002/2003, realizados com sucesso.

Do ponto de vista metodológico, no estado do Maranhão, os trabalhos de campo foram executados a partir da divisão do estado em oito áreas de planejamento, nominadas de I a VIII, com superfícies variando de 35.431 a 50.525 km<sup>2</sup>. Cada área foi levantada por uma equipe sob a coordenação de um técnico da CPRM e composta, em média, de quatro recenseadores, na maioria estudantes de nível superior dos cursos de Geologia e Geografia, selecionados e treinados pela CPRM. A área II, situada na porção nordeste do estado, abrange 33 municípios, cadastrados em 2008, sob a coordenação do geólogo Carlos Antônio da Luz. As áreas restantes, I, III, IV, V, VI, VII e VIII, com 180 municípios, foram cadastrados em 2009, sob a responsabilidade do geólogo Francisco Lages Correia Filho.

O trabalho contemplou o cadastro das fontes de abastecimento por água subterrânea (poços tubulares, poços amazonas e fontes naturais), com determinação das coordenadas geográficas, por meio do uso do Global Position System (GPS), e obtenção de todas as informações passíveis de ser coletadas, através de uma visita técnica (caracterização do poço, instalações, situação da captação, dados operacionais, qualidade e uso da água, aspectos ambientais, geológicos e hidrológicos).

Os dados coligidos foram repassados sistematicamente ao Núcleo de Geoprocessamento de Dados da CPRM – Residência de Teresina, para, após rigorosa análise, alimentarem um banco de dados que, devidamente consistido e tratado, possibilitou a elaboração de um mapa de pontos d'água e um esboço geológico de cada um dos municípios inseridos na área de atuação do projeto. As informações desse banco estão contidas neste relatório diagnóstico de fácil manuseio e compreensão, acessível a diferentes usuários. Os esboços geológicos municipais foram extraídos a partir de recortes do Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo – GIS Brasil (CPRM, 2004), com alguns ajustes. Mas, em função da diferença de escala, podem apresentar distorções ou algum erro.

Na produção desses mapas, foram utilizadas bases cartográficas com dados disponibilizados pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, como hidrografia,

localidades e estradas e os Mapas Municipais Estatísticos, em formato digital do IBGE (2007), elaborados a partir das cartas topográficas da SUDENE e do DSG – escala 1:100.000, sobre os quais foram colocados os dados referentes aos poços e fontes naturais, além da geologia e hidrogeologia. A base estadual com os limites municipais foi cedida pelo IBGE. Os trabalhos de montagem e arte final dos mapas foram realizados com o software ArcGIS 10.

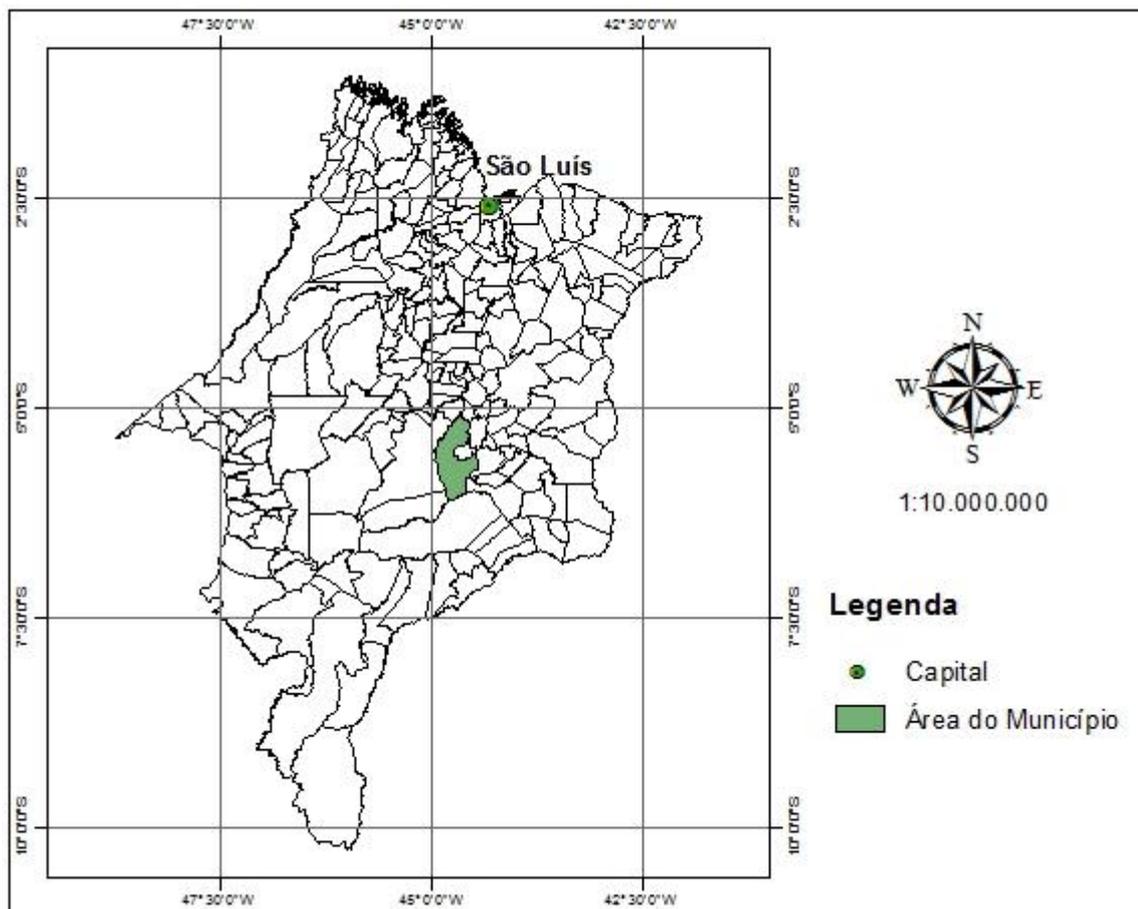
Há municípios em que ocorrem alguns casos de poços plotados fora dos limites do mapa municipal. Tais casos acontecem devido a problemas ainda existentes na cartografia municipal ou a informações incorretas, fornecidas aos recenseadores.

Além desse produto impresso, todas as informações coligidas em cada município estão disponíveis em meio digital, através de um CD ROM, permitindo a sua contínua atualização.

## **5 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO**

### **5.1 – Localização e Acesso**

O município de Tuntum teve sua autonomia política em 12/09/1955, está inserido na Mesorregião Centro Maranhense, dentro da Microrregião Alto Mearim e Grajaú (**Figura 2**), abrangendo uma área de 3.389,9 km<sup>2</sup>, com uma população de aproximadamente 39.183 habitantes e densidade demográfica de 11,56 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Limita-se ao Norte com os municípios de Joselândia e São José dos Basílios; ao Sul com os municípios de Mirador e Fernando Falcão; a Leste com os municípios de Presidente Dutra, Santa Filomena do Maranhão, São Domingos do Maranhão e Colinas; a Oeste com o município de Barra do Corda (*Google Maps 2011*).



**Figura 2** - Mapa de localização do município de Tuntum.

A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas:  $-05^{\circ}15'$  de Latitude Sul e  $-44^{\circ}38'24''$  de Longitude Oeste de Greenwich (IBGE, 2010).

O acesso a partir de São Luis, capital do estado, em um percurso aproximado de 364 km, se faz pelo seguinte trajeto: 347 km pela BR-135 até a cidade de Presidente Dutra e 17 km pela BR-226 até a cidade de Tuntum (Google Maps 2011).

## 5.2 - Aspectos Socioeconômicos

Os dados socioeconômicos relativos ao município foram obtidos, a partir de pesquisa nos sites do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)), da Confederação Nacional dos Municípios – CNM ([www.cnm.org.br](http://www.cnm.org.br)) e no Anuário Estatístico do Maranhão.

O município foi elevado à condição de cidade com a denominação de Tuntum, pela Lei Estadual nº 1.362 de 12/09/1955. Segundo o IBGE (2010), cerca de 45,75% da população

reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 53,78% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 44,3%.

Na educação, segundo o Anuário Estatístico do Maranhão (2010), destacam-se os seguintes níveis escolares em Tuntum: Educação Infantil, pré-escolar (14,85%); Educação de Jovens e Adultos (6,64%); Educação Especial (0,49%); Ensino Fundamental, 1º ao 9º ano (64,5%); Ensino Médio, 1º ao 3º ano (13,6%). O analfabetismo atinge mais de 33% da população da faixa etária acima de 07 anos, CNM (2000).

No campo da saúde, a cidade conta com 19 estabelecimentos públicos de atendimento. No censo de 2000, o Estado do Maranhão teve o pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e Tuntum obteve baixo desempenho, com IDH de 0,556.

O Programa de Saúde da Família – PSF vem procedendo a organização da prática assistencial em novas bases e critérios, a partir de seu ambiente físico e social, com procedimentos que facilitam a compreensão ampliada do processo saúde/doença e da necessidade de intervenções que vão além de práticas curativas. Em Tuntum a relação entre profissionais da saúde e a população é 1/168 habitante, Anuário Estatístico do Maranhão (2010), dados de 2008.

A pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária, as transferências governamentais, o setor empresarial com 229 unidades atuantes e o trabalho informal são as principais fontes de recursos para o município.

A água consumida na cidade de Tuntum é distribuída pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, autarquia municipal que atende aproximadamente 9.300 domicílios através de uma central de abastecimento de água parcialmente tratada IBGE (2010), dados de 2008. O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que é lançado em local não especificado e a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário.

De acordo aos dados do CNM (2000) apenas 23,35% dos domicílios têm seus lixos coletados, enquanto 75,81% lançam seus dejetos diretamente no solo ou os queimam e 0,84% jogam o lixo em lagos ou outros destinos. Dessa forma, a disposição final do lixo urbano e do esgotamento sanitário não atende as recomendações técnicas necessárias, pois não há tratamento do chorume, dos gases produzidos pelos dejetos urbanos, nem dos efluentes domésticos e pluviais como forma de reduzir a contaminação dos solos, a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. A coleta

diferenciada para os estabelecimentos de saúde é acondicionada em vazadouros juntamente com os demais resíduos urbanos, possibilitando um elevado risco de poluição aos recursos hídricos subterrâneos.

O fornecimento de energia é feito pela ELETRONORTE, através da CEMAR pelo Sistema Regional de Presidente Dutra, que abrange a região central do Maranhão. O sistema é suprido radialmente em 69 KV pela subestação de Peritoró em 50MVA - 230/69 KV composto por 05 subestações, de 69/13,8 KV e na 03 na tensão 34,5/13,8 KV. Segundo o Anuário Estatístico do Maranhão (2010) referente aos dados de 2008, existem 9.243 ligações de energia elétrica no município de Tuntum.

### **5.3 - Aspectos Fisiográficos**

O estado do Maranhão, por se encontrar em uma zona de transição dos climas semiárido, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia, e por ter maior extensão no sentido norte-sul, apresenta diferenças climáticas e pluviométricas. Na região oeste, predomina o clima tropical quente e úmido (As), típico da região amazônica. Nas demais regiões, o estado é marcado por clima tropical quente e semiúmido (Aw).

As temperaturas em todo o Maranhão são elevadas, com médias anuais superiores a 24°C, sendo que ao norte chega a atingir 26°C. Esse estado é caracterizado pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm. Na região oeste do estado, onde predomina o clima tropical quente e úmido (As), as chuvas ocorrem em níveis elevados durante praticamente todo o ano, superando os 2.000 mm. Nas outras regiões, prevalece o clima tropical quente e semiúmido (Aw), com sucessão de chuvas durante o verão e o inverno seco, cujas precipitações reduzidas alcançam 1.250 mm. Há registros ainda menores na região sudeste, podendo chegar a 1.000 mm.

O território maranhense apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com baixo mergulho para o oceano Atlântico. Os grandes traços atuais do modelado da plataforma sedimentar maranhense revelam feições típicas de litologias dominantes em bacias sedimentares. Essa plataforma, submetida à atuação de ciclos de erosão

relativamente longos, respondeu de forma diferenciada aos agentes intempéricos, em função de sua natureza, de estruturação e de composição das rochas, modelando as formas tabulares e subtabulares da superfície terrestre. Condicionados ao lineamento das estruturas litológicas, os gradientes topográficos dispõem-se com orientações sul-norte. As maiores altitudes estão localizadas na porção sul, no topo da Chapada das Mangabeiras, no limite com o estado do Tocantins. As menores altitudes situam-se na região norte, próximo à linha de costa.

Feitosa (1983) classifica o relevo maranhense em duas grandes unidades: planícies, que se subdivide em unidades menores (costeira, flúviomarina e sublitorânea), e planaltos. As planícies ocupam cerca de 60% da superfície do território e os planaltos 40%. São consideradas planícies as superfícies com cotas inferiores a 200 metros. Já os planaltos são superfícies com cotas acima de 200 metros, restritos às áreas do centro-sul do estado.

Jacomine *et al.* (1986) apresentam de maneira simplificada as seguintes formas de relevo no estado do Maranhão: chapadas altas e baixas, superfícies onduladas, grande baixada maranhense, terraços e planícies fluviais, tabuleiros costeiros, restingas e dunas costeiras, golfão maranhense e baixada litorânea.

A região Centro Maranhense abriga as áreas de planalto, com altitudes entre 200 e 300 metros, e de planícies, com altitudes abaixo de 200 metros. A Superfície Sublitorânea de Bacabal caracteriza-se por apresentar uma superfície rampeada, com níveis altimétricos entre 70 e 100 metros. Corresponde a um relevo plano com dissecação incipiente em lombas e colinas, destacando-se ainda, em alguns trechos, morros residuais. Essas formas de relevo foram modeladas nas formações sedimentares, próximo à foz do rio Itapecuru.

A chapada de Barra do Corda, situada na parte central do estado, caracteriza-se pela dominância dos relevos planos, com dissecação em lombas e em amplos interflúvios tabulares, talhados em coberturas detríticas, com níveis lateríticos. Esses níveis mais resistentes mantêm o topo da chapada, que está em cotas altimétricas entre 80 a 300m. Na parte leste da chapada, a erosão expôs os arenitos friáveis da formação Grajaú com relevo dissecado em colinas. No patamar das cabeceiras do rio Mearim, o relevo apresenta-se plano, rampeado em níveis altimétricos, que chegam a variar de 200 a 500 metros. Em alguns trechos, principalmente no baixo curso do rio Alpercatas e seus afluentes, há relevo em colinas e morros residuais que se destacam na paisagem.

As variabilidades de clima, de relevo e de solo do território brasileiro permitem o desenvolvimento de uma grande diversidade de ambientes naturais. A cobertura vegetal do

Maranhão reflete, em particular, a influência das condições de transição climática entre o clima amazônico e o semiárido nordestino.

Na parte central do estado, ocorrem dois planaltos dissecados, numa área de variação climática que vai do úmido, na porção norte, ao subúmido e semiárido no sul. Essa variação gerou o aparecimento de duas feições florestais na área: a da Floresta Ombrófila e a da Floresta Estacional, onde as árvores perdem parte de suas folhas durante o período de estiagem. Na Superfície Sublitorânea de Bacabal, a cobertura vegetal foi devastada para dar lugar à implantação de pastagens e lavouras. O clima regional é úmido e a pluviosidade anual varia de 1.700 a 1.900mm. Na chapada de Barra do Corda, tem-se uma área de contato da Savana com a Floresta Semidecidual. O clima regional alterna-se de subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.300 mm. No Patamar das Cabeceiras do Mearim, a cobertura vegetal é a Savana Parque além da Savana Arbórea Aberta. O clima regional diversifica-se de subúmido a semiárido e a pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.200mm.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, e Areias Quartzosas (EMBRAPA, 2006). Latossolo Amarelo são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topo de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas, com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum as coberturas areno-argilosas e argilosas derivadas ou sobrepostas em formações sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e suave ondulado esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos. Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais possuem textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas de chapadas, o topo destas e com relevo que varia desde plano até forte ondulado. São originados de materiais de formações geológicas, principalmente sedimentares, de outras coberturas argilo-arenosas assentadas sobre outras formações geológicas. As áreas onde ocorre essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência com destaque para a cultura de milho, feijão e arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. Nas áreas onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas

para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização. Areias Quartzosas são solos arenosos, essencialmente quartzosos, que apresentem teores em argila inferiores a 15%, muito profundos, excessivamente drenados, forte a fortemente ácidos e com baixa a muito baixa fertilidade natural. Apresenta baixa saturação de bases e alta a média saturação de alumínio trocável. Não dispõem praticamente de nenhuma reserva de nutrientes para as plantas.

O município de Tuntum está localizado na Mesorregião Centro Maranhense, na Microrregião de Alto Mearim e Grajaú. A altitude da sede do município é de 320 metros acima do nível do mar e a variação térmica durante o ano é pequena com a temperatura oscilando entre 21,1°C e 31,8°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW) subúmido seco com dois períodos bem definidos: um chuvoso que vai de novembro a abril com médias mensais superiores a 182 mm e outro seco, correspondente aos meses de maio a outubro. Dentro do período de estiagem a precipitação pluviométrica variou de 4,2 a 70,5 mm e no período chuvoso de 71,3 a 268,4 mm, com média anual em torno de 1.254 mm, dados referentes ao período de 1961 a 1990 (JORNAL DO TEMPO, 2011).

O relevo na região é formado pelo planalto central maranhense que se caracteriza pelo domínio de formas dissecadas pela superimposição da drenagem formando topos tabulares com bordas abruptas que decaem para colinas de declividade média a alta (Feitosa, 2006). Os cursos d'água da região fazem parte da bacia hidrográfica do Mearim e a vegetação é composta pela Floresta Estacional decidual e pelo Cerrado que se caracteriza por possuir árvores com troncos e galhos retorcidos e suberizados.

#### **5.4 – Geologia**

O município de Tuntum está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994).

Na área do município, o Grupo Balsas está representado pela formação Sambaíba (T12s) Triássico; o Grupo Mearim, pelas formações Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c), Jurássico; e o Cretáceo, pelas formações Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it).

Plummer (1948 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou originalmente o termo Sambaíba para designar os arenitos que afloram, em forma de mesetas, próximo à cidade de Sambaíba, no estado do Maranhão. Litologicamente, esta formação consiste de arenitos avermelhados, róseos, escuros e esbranquiçados, predominantemente finos a médios. Em geral, são pintalgados de caulim, com grãos subangulares à subarredondados e foscos. É comum, na seção mais superior, níveis de sílex. Ainda, no topo da unidade, onde ocorrem intercalações de níveis de basalto, esses arenitos apresentam-se bastante silicificados. Estratificação cruzada de grande porte do tipo torrencial é a estrutura sedimentar, predominante. Northfleet & Neves (1967 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) citam espessuras variáveis de 60 a 110 metros para a formação Sambaíba. Lima e & Leite (1978) referem-se a 40 metros de espessura na região de Lizarda-Gurupá, no Estado do Tocantins. 200 metros, próximo a cidade de Sambaíba-MA. Na região centro-sul, da bacia, nota-se maior expressividade, em termos de espessura dessa unidade, enquanto na borda oeste da bacia suas espessuras são decrescentes no sentido E-W. O contato inferior da formação Sambaíba, com unidades Paleozóicas (formações Piauí e Pedra de Fogo) é discordante e, concordante com a formação Motuca (Lima & Leite, 1978). Seu contato superior com a formação Urucua é discordante e, em geral, marcado por uma superfície aplainada, com cobertura arenosa sendo, também discordante com a formação Corda. No contato dos arenitos Sambaíba com os basaltos observa-se o truncamento dos primeiros pelos basaltos. Aflora no extremo sul do município de Tuntum.

Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou pela primeira vez o nome “camada Pastos Bons” para designar os folhelhos e arenitos esverdeados e marrom-avermelhados que ocorrem nas vizinhanças da cidade homônima, no Maranhão. Litologicamente consiste de duas seções. A inferior, em geral, se inicia por um conglomerado, cuja composição varia em função da natureza dos estratos subjacentes. Acima dos conglomerados, seguem-se arenitos esverdeados, creme a esbranquiçados, argilosos, com grãos finos a médios, subarredondados e pouco brilhosos. Localmente, ocorrem intercalações de calcários em parte silicificados. A seção superior é mais arenosa, constituída principalmente por arenito róseo a avermelhado, por vezes esbranquiçado, fino a síltico e argiloso. Ocorrem intercalações de folhelhos e siltitos róseos a cinza-esverdeado, localmente fossilíferos. Estratificação cruzada plano-paralela é a estrutura predominante na seqüência. Aflora, em uma área, restrita, na porção sul do município de Tuntum.

Lisboa (1914 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) usou pela primeira vez a denominação Corda para designar os arenitos vermelhos que ocorrem intercalados em basaltos no vale do rio Mearim, no estado do Maranhão. Aguiar (1969) considera como formação Corda a seção de sedimentos, com espessura em torno de 80 metros, com intercalações de sílex, de idade jurássica, assentados sobre os basaltos da formação Mosquito e, recoberta, discordantemente, pelos basaltos da formação Sardinha. Quando a formação Corda ocorre em contato com os basaltos da formação Mosquito a seqüência litológica dessa formação inicia-se por arenitos grosseiros a conglomeráticos, marrons-avermelhados e arroxeados. Quando a unidade repousa diretamente sobre outras formações, estando ausente o basalto Mosquito, a seqüência litológica consiste, essencialmente de arenitos argilosos, marrons-avermelhados, com estratificação cruzada de grande porte. Localmente, esses arenitos são muitos calcíferos, como observados em Imperatriz e Grajaú no Maranhão e Tocantinópolis no Tocantins. Em sua seção média pode ocorrer intercalações nos arenitos de níveis de argilitos, siltitos argilosos e folhelhos, com estratificação cruzada. O topo da unidade reúne arenitos arroxeados e marrons-avermelhados, médios a grosseiros, grãos arredondados e foscos, com seixos de quartzo e estratificação plano-paralela de grande porte. Sua espessura varia de 30 metros na região de Imperatriz, 84 metros na região de Pastos Bons, segundo Lima & Leite (1978). Northfleet & Mello (1967 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) atribuem para a unidade Corda a espessura de 80 metros na região do município de Fortaleza dos Nogueiras. Aflora, em uma área restrita, na porção sul do município de Tuntum.

Aguiar (1969) usou o nome formação Grajaú no mesmo sentido de Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984), posicionando-a sobre os basaltos Sardinha ou sobre os arenitos da formação Corda. Seu contato superior com a formação Codó é assinalado como concordante. Lisboa (1935) denominou “arenito Grajaú” uma seção sob os folhelhos e calcários da formação Codó, atribuindo-lhe idade cretácea. Essa seção consiste, essencialmente, de arenitos esbranquiçados a cremes, finos a conglomeráticos, com estratificação cruzada e plano-paralela, com grãos predominantemente limpos, brilhantes e arredondados. Esses arenitos ocorrem tanto friáveis como silicificados. Localmente, são encontradas intercalações de camadas de até 2 m de espessura de argilitos vermelhos, arroxeados, marrons e cremes, com aleitamento regular, ondulado. Essa unidade aflora largamente na porção centro-oeste e parte da região centro-norte da bacia, constituindo uma faixa relativamente estreita e descontínua, de direção aproximada E-W, mantendo estruturalmente as mesmas direções das

camadas mesozóicas. O posicionamento litoestratigráfico das formações Grajaú e Codó sugerem uma equivalência cronoestratigráfica entre essas duas unidades. É a que tem maior expressão geográfica e aflora na porção sul e central do município de Tuntum.

Lisboa (1935 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) foi quem primeiro descreveu os folhelhos betuminosos associados aos calcários no vale do rio Itapecuru, na região de Codó-MA. Segundo Leite *et al.* (1975), a formação Codó consiste, litologicamente, em sua seção inferior, a conglomerados basais, sobrepostos a folhelhos cinza-esverdeado a pretos, localmente betuminosos, com fraturas preenchidas por pirita, além de níveis de calcário e camadas de gipsita. A seção média inicia-se por conglomerado polimítico, com seixos representativos da seção inferior retrabalhada, passando para folhelhos com ostracodes. No topo da unidade, têm-se arenitos e siltitos cinza, carbonosos, com restos vegetais calcíferos e piritosos. As áreas de afloramentos dos sedimentos da formação Codó são geralmente restritas e descontínuas. Ocorrem normalmente nos vales dos principais cursos d'água da região central da bacia. Estendem-se desde o flanco oeste, na região noroeste da confluência do rio Tocantins com o rio Araguaia, até o vale do Parnaíba, na região nordeste, próximo a Esperantina-PI. Carneiro (1974 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) estimou para a formação Codó a espessura de 75 a 80 metros na região de Sítio Novo, no município de Grajaú. Lima & Leite (1978) assinalam ao longo do rio Tocantins até a região de São José do Mearim, no Maranhão, espessura em torno de 20 metros; a norte de Marabá, no Pará, 15 metros; e, nas regiões de Codó (MA) e Esperantina (PI), sua espessura não ultrapassa 12 metros. Aflora na porção oeste, ao longo da drenagem do rio das Flores, e a norte e sul do município de Tuntum.

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1948) foi quem primeiro descreveu essa unidade, denominando-a de formação Serra Negra. Posteriormente, passou a usar o termo Itapecuru, atribuindo-lhe idade cretácea, posicionando-a, com discordância local, sobre a formação Codó. Litologicamente, essa unidade consiste, no flanco oeste e noroeste da bacia, de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada. Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de grande porte. Nas demais regiões, os arenitos são em geral finos com faixas de arenitos médios. O contato inferior da unidade com as formações Codó e Grajaú é concordante, apresentando discordâncias locais. Revela extensas e contínuas áreas de exposição, notadamente na região

centro-oeste, norte e centro-leste da bacia, bem como, em faixas isoladas e restritas no flanco oeste, a W do município de Araguaiana e Colinas de Goiás. Sua espessura aflorante é superior a 200 metros. Os perfis de furos estratigráficos indicam espessuras variáveis de 270m (poço VGst-1MA), 400m (poço PMst-1-MA) e 600m (poço PAF-3-MA), segundo (Lima & Leite, 1978). Ocupa uma vasta área a sudoeste e oeste do município de Tuntum, expondo-se amplamente na sede municipal (Ver mapa, **Anexo 2**).

## **6 - RECURSOS HÍDRICOS**

### **6.1 - Águas Superficiais**

O Maranhão é o único estado do Nordeste que menos se identifica com as características hidrológicas da região, pois não há estiagem e nem escassez de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, em seu território.

É detentor de uma invejável rede de drenagem com, pelo menos, dez bacias hidrográficas perenes. Podem ser assim individualizadas: Bacia do rio Mearim, Bacia do rio Gurupi, Bacia do rio Itapecuru, Bacia do rio Grajaú, Bacia do rio Turiaçu, Bacia do rio Munim, Bacia do rio Maracaçumé-Tromaí, Bacia do rio Uru-Pericumã-Aurá, Bacia do rio Parnaíba-Balsas, Bacia do rio Tocantins, além de outras pequenas bacias. Suas principais vertentes hidrográficas são: a Chapada das Mangabeiras, a Chapada do Azeitão, a Serra das Cruzeiras, a Serra do Gurupi e a Serra do Tiracambu.

As bacias hidrográficas são subdivididas em sub-bacias e microbacias. Elas constituem divisões das águas, feitas pela natureza, sendo o relevo responsável pela divisão territorial de cada bacia, que é formada por um rio principal e seus afluentes.

O município de Tuntum pertence às bacias hidrográficas dos rios Itapecuru e Mearim, pois os rios Alpercatas e das Flores, que drenam sua área, são respectivamente afluentes dos rios Itapecuru e Mearim.

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Trata-se de uma bacia irregular, estreita nas nascentes e na desembocadura, alargando-se na parte central, onde atinge aproximadamente 120 km. O rio Itapecuru pode ser caracterizado, fisicamente, em 03 (três) grandes regiões distintas: Alto, Médio e Baixo Itapecuru. Nasce nos contrafortes das serras Cruzeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitudes em torno de 500 metros nas fronteiras dos municípios de Mirador, Grajaú e São Raimundo das Mangabeiras. Percorre 1.090 km até a sua desembocadura na baía do Arraial, ao sul de São Luís. Corre no sentido oeste-leste das nascentes até o povoado de

Várzea do Cerco, 25 km à montante da cidade de Mirador, tomando rumo norte ao deslocar-se sobre os chapadões do alto curso, até receber o seu maior depositário, o rio Alpercatas, que contribui com 2/3 de seu volume, em sua desembocadura. Muda de direção para nordeste até receber o rio Corrente, tracejando um longo contorno no município de Caxias. Apesar de apresentar algumas inflexões, mantém-se na mesma direção, até alcançar a Baía do Arraial, onde desemboca por dois braços: o Tucha, como principal, e o Mojó, como secundário. Fatores como as características da rede de drenagem, a compartimentação, as formas de relevo da bacia e a navegabilidade foram os critérios nos quais a SUDENE se baseou para dividir o curso do rio (Bezerra, 1984). A rede de drenagem distribui-se em padrão geralmente paralelo no alto curso, embora uma tendência dendrítica se revele cada vez mais à medida que vai atingindo o baixo curso (IBGE, 1998). Os rios da bacia do Itapecuru drenam os terrenos sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Eles são compostos, principalmente, pelas sequências de arenitos, de siltitos, de folhelhos e de argilitos, nos quais a ocorrência de falhas e fraturas condicionam seus cursos. A bacia do rio Itapecuru constitui um divisor de água que se interpõe entre a Bacia do Parnaíba, a leste, e a Bacia do Mearim, a oeste. Como afluentes importantes, verifica-se, pela margem direita, os rios Correntes, Pirapemas e Itapecuruzinho, e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira e Guariba. Pela margem esquerda, tem-se os rios Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Codozinho, dos Porcos e Igarapé Grande, além dos riachos São Felinho, da Prata e dos Cocos.

A bacia hidrográfica do rio Mearim. Trata-se de um rio genuinamente maranhense, nasce nas encostas da serra da Menina, próximo à Fortaleza dos Nogueiras, numa altitude de 650 metros, sob a denominação de ribeirão Água Boa. Nessa mesma região, existem outros cursos de água formadores dos rios Grajaú, Parnaíba e Tocantins. O rio Mearim assume, durante longo trajeto, direção sudoeste-nordeste, até a proximidade de Esperantinópolis. Nesse ponto, após receber o afluente, Flores, direciona-se para norte, permanecendo mais ou menos nesse rumo até desembocar na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços contornando a Ilha dos Caranguejos, depois de percorrer mais de 930 km. A partir de Bacabal, a meandricidade desse rio torna-se mais acentuada, com formação de vários lagos, destacando-se dentre eles o lago Açu, considerado um dos maiores e mais importante da região, localizado próximo à confluência com o rio Grajaú. O alto Mearim estende-se desde as nascentes à foz do rio Flores, afluente pela margem direita, com uma extensão aproximada de 400 km. Forma uma bacia modesta, com pequena contribuição de seus afluentes, como os

ribeirões Bem Aceito, da Barra, Prata, Brejão, Água Boa, Midubim, Poção e dos Ovos, que apresentam descargas reduzidas e são, em sua maioria, intermitentes. O próprio rio Mearim e seus afluentes só começam a ter volume d'água expressivo após 160 km de percurso, ao receberem a contribuição de afluentes perenes. Nesse trecho, destacam-se os rios Corda e Enjeitado. O rio Corda ou Capim, com uma bacia hidrográfica de 4.700 km<sup>2</sup>, é o mais importante tributário do alto curso. Nasce nas vertentes da serra Branca, numa altitude aproximada de 450 metros e, com suas águas límpidas e rápidas, percorre cerca de 240 km, até confluir com o rio Mearim, em Barra do Corda. No médio Mearim, entre Barra do Corda e Porto Seco das Mulatas, as larguras são variáveis, desde 40 metros em Barra do Corda até 90 metros em Bacabal. O baixo Mearim estende-se desde Porto Seco das Mulatas até a foz, na baía de São Marcos, onde se bifurca em dois braços que contornam a Ilha dos Caranguejos, sendo sua maior característica nesse trecho a meandricidade. A partir de Arari, no Golfão Maranhense, suas margens tornam-se alagadiças e pantanosas. A extensão da propagação das marés se estende a mais de 200 km, sendo responsável pelo alagamento do rio. Além do rio Flores, são também afluentes do Mearim os rios Corda e Enjeitado, pela margem direita e Grajaú e Pindaré, pela margem esquerda. O rio Mearim banha as cidades de Formosa da Serra Negra, Barra do Corda, Pedreiras, Trizidela do Vale, Bacabal, São Luís Gonzaga, Esperantinópolis, Vitória do Mearim e Arari. O rio Grajaú nasce na serra da Cinta, no extremo sudoeste do estado e desloca-se no sentido sudoeste-nordeste, drenando a porção central da bacia do Mearim, sendo o mais extenso curso d'água dessa bacia.

Além dos rios Alpercatas e das Flores, drenam a área do município os rios São Bento, Cigana e Mucura e os riachos: da Lagoa, do Jacaré, da Cachoeira, do Macaqueiro, São Bento, São Joaquim, São Marcos, Cocalim, Pageú, da Mutuca, Campo Largo, Furrundugo, dos Pifeiros, Canafístula, dentre outros.

## **6.2 – Águas Subterrâneas**

O estado do Maranhão está quase totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Trata-se de bacia do tipo intracratônica, com arcabouço geométrico influenciado por feições estruturais de seu embasamento, o que lhe impõe uma estrutura tectônica em geral simples, com atitude monoclinial das camadas que mergulham suavemente das bordas para o seu interior.

Segundo Góes *et al.* (1993), a espessura máxima de todo o pacote sedimentar dessa bacia está estimada em 3.500 metros, da qual cerca de 85% são de idade paleozóica e o restante, mesozóica. Dessa forma, o estado do Maranhão, por estar assentado plenamente sobre terrenos de rochas sedimentares, diferentemente dos outros estados nordestinos, apresenta possibilidades promissoras de armazenamento e exploração de águas subterrâneas, com excelentes exutórios e sem períodos de estiagem.

### 6.2.1 - Domínios Hidrogeológicos

É considerada água subterrânea apenas aquela que ocorre abaixo da superfície, na zona de saturação, onde todos os poros estão preenchidos por água. A formação geológica que tem capacidade de armazenar e transmitir água é denominada aquífero.

Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (1983), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das discontinuidades geológicas, caracterizando o que é denominado de “aquífero cárstico”; sedimentos consolidados, arenitos, e inconsolidados, as aluviões e dunas, que caracterizam o aquífero poroso ou intergranular.

O município de Tuntum apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Sambaíba (T12s), Pastos Bons (J2pb), Corda (J2c), Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it). Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 128 pontos d’água sendo 127 poços tubulares (99,22%), e uma fonte natural (0,78%).

O aquífero Sambaíba, que ocorre tanto como aquífero livre como confinado na área do município, apresenta constituição litológica predominantemente arenosa (arenitos finos a médios, bem selecionados), com boa permeabilidade, caracterizando-se com de potencial hidrogeológico médio a elevado. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, sendo bastante favorecido pelo relevo aplanado, onde se desenvolvem extensos areais; infiltração vertical, descendente, através das formações superiores e pela contribuição da rede de drenagem superficial, principalmente na época de cheias. Seus principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem

por restituição as águas armazenadas no aquífero principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo aumento desse processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

A formação Pastos Bons e Codó, compostas de siltitos, folhelhos e arenitos muito finos e argilosos, portanto litologias essencialmente pelíticas, representa um manancial de fraco potencial hidrogeológico. Esses aquíferos são explorados no município, principalmente, através de poços tubulares rasos e poços escavados, tipo “amazonas”.

A unidade Corda ocorre como aquífero livre constitui-se, litologicamente, de arenitos finos a médios, quartzosos, com níveis argilosos e com eventuais leitos de siltitos e folhelhos. Em função de suas litologias, apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando-se como de potencial hidrogeológico médio. Os poços que exploram esse aquífero apresentam profundidades médias da ordem de 150 metros, podendo atingir profundidades até 700 metros, como registrado nos perfis litológicos dos poços perfurados pela CPRM no estado do Maranhão. Sua espessura média, segundo dados levantados pelo geólogo Adson Brito Monteiro – Folha Teresina, escala 1:1.000.000, Projeto SIG Hidrogeológico do Brasil, (CPRM, inédito), alcança cerca de 160 metros. Alimenta-se pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; pela infiltração vertical, ascendente, através das formações inferiores e da rede de drenagem superficial, principalmente nas épocas de cheias. Os exutórios são representados pela rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente nas épocas de estiagem; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo o aumento do processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares existentes.

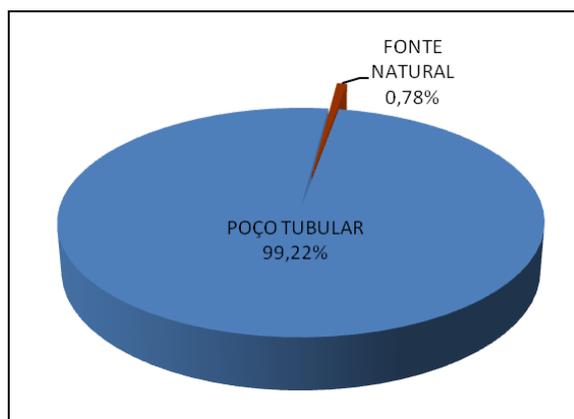
O aquífero Grajaú, que ocorre na área do município como aquífero livre e confinado, apresenta uma constituição litológica representada por arenitos róseos, cremes e esbranquiçados, finos a médios, com intercalações de siltitos, argilitos e clásticos grosseiros que dão origem a uma permeabilidade regular. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio. Sua alimentação ocorre através da infiltração direta das precipitações pluviométricas na área de recarga; contribuição da rede de drenagem superficial,

principalmente em períodos de cheias. Os principais exutórios são: a evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo um aumento desse processo; a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente durante as épocas de chuvas; fontes de contato; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero e a exploração de poços tubulares, existentes.

O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre e semiconfinado, na área do município. Apresenta uma constituição litológica reunindo arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, esbranquiçados, avermelhados e cremes, com níveis sílticos e argilosos que caracteriza uma permeabilidade fraca a regular e uma produtividade de média a fraca com os poços tubulares apresentando vazões entre 3,2 a 25,0 m<sup>3</sup>/h. Esse aquífero é alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga; pela infiltração vertical ascendente, através das formações inferiores e contribuição dos rios influentes. Os exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente, durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo uma maior evapotranspiração nas áreas de recarga; a infiltração vertical descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultantes do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

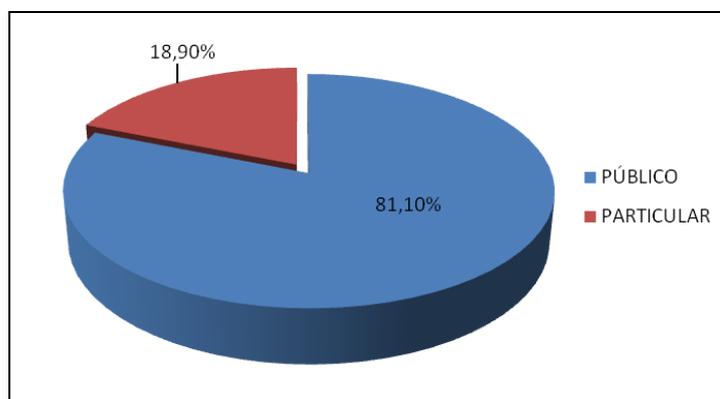
### **6.2.2 – Diagnóstico dos Poços Cadastrados**

O inventário hidrogeológico, realizado no município de Tuntum, registrou a presença de 128 pontos d'água, sendo 127 poços tubulares e 01 fonte natural, representativo (**Figura 3**).



**Figura 3** - Tipos de pontos de água cadastrados.

Como os poços tubulares representam 99,22% dos pontos cadastrados, as discussões sobre o estudo, a seguir apresentados, estarão restritas a essa categoria. Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (103 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (24 poços), quando estão situados em propriedades privadas como ilustra, em termos percentuais, o gráfico da **figura 4**.



**Figura 4** - Natureza dos poços cadastrados no município de Tuntum.

Foram identificadas nos trabalhos de campo quatro situações distintas, durante o cadastramento: *poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados*. Os poços em operação são aqueles que estão em pleno funcionamento. Os paralisados estão sem funcionar, em função de problemas relacionados à manutenção ou quebra do equipamento. Os não instalados representam aqueles poços que foram perfurados, tiveram um resultado positivo, mas não foram equipados com sistema de bombeamento e de distribuição. E por fim, os abandonados que incluem poços secos e/ou obstruídos, representados por aqueles que não

apresentam possibilidade de captação de água.

A situação dessas obras, levando-se em conta seu caráter público ou particular, é apresentada em números absolutos no **quadro 1** e, em termos percentuais, na **figura 4**.

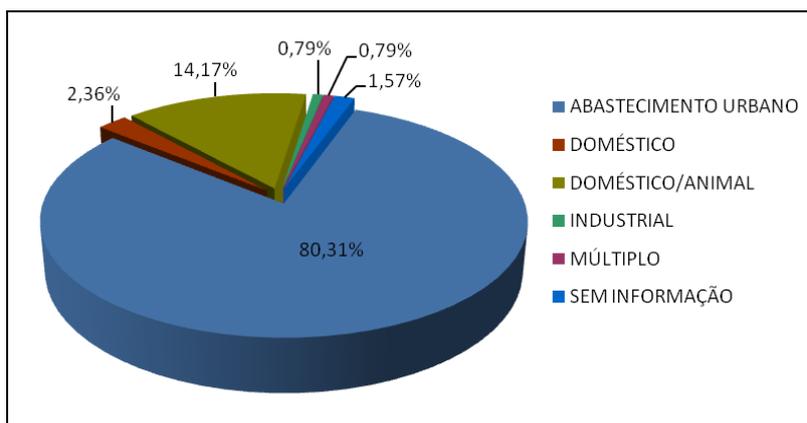
**Quadro 1** – Natureza e situação dos poços cadastrados.

NATUREZA E SITUAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS				
	Em operação	Paralisados	Não instalados	Abandonados
<b>Público</b>	<b>75</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
<b>Particular</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>18</b>



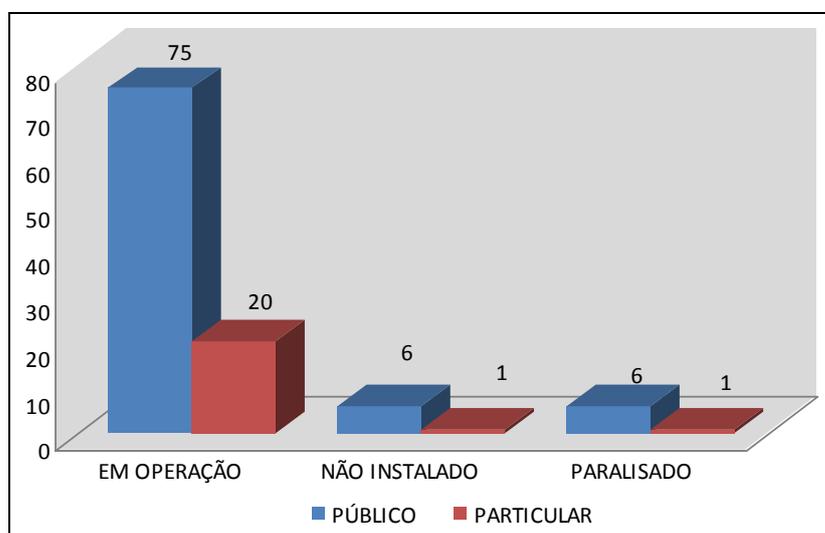
**Figura 5** - Situação dos poços cadastrados

Em relação ao uso da água 102 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 03 para uso doméstico, 18 para uso doméstico e animal, 01 para uso industrial, 01 para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura) e em 02 não foram obtidas informações sobre o uso da água. Nenhum poço é utilizado na pecuária e irrigação. A **figura 6** exibe em termos percentuais as diferentes destinações da água subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão localizados sobre terrenos sedimentares.



**Figura 6** – Destinação do uso da água dos poços públicos e particulares.

A **figura 7** mostra a relação entre os poços em operação e os poços desativados (paralisados e não instalados), mas passíveis de entrar em funcionamento. Verifica-se que 12 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 02. Os públicos, a depender da administração municipal, podem entrar em operação com substancial acréscimo de disponibilidade hídrica aos 75 já existentes, em pleno uso.



**Figura 7** - Poços públicos e particulares em operação e outros passíveis de funcionamento.

### 6.2.3 – Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas

Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 102 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais

dissolvidos.

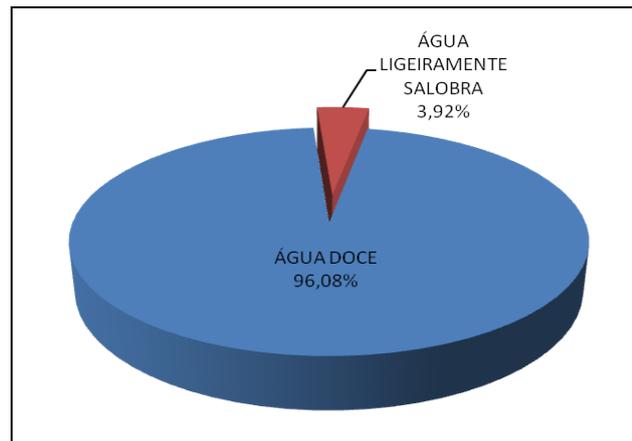
Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor de sólidos totais dissolvidos, a partir do valor da condutividade elétrica, medida por condutivímetro nas águas dos poços cadastrados e amostrados.

A água com demasiado teor de sais dissolvidos não é recomendável para determinados usos. De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, considera-se que águas com teores de STD menores do que 1.000 mg/L de sólidos totais dissolvidos são, em geral, satisfatórias para o uso doméstico, sendo consideradas de tipologia doce. Ressalta-se que para fins industriais podem ser utilizadas, respeitando-se os processos envolvidos, de acordo com critérios específicos de cada indústria.

**Quadro 2** – Classificação das águas subterrâneas, quanto ao STD, segundo Mcneely *et al.* (1979).

<b>Tipos de Água</b>	<b>Intervalo (mg/L)</b>
<b>Doce</b>	<b>&lt; 1.000</b>
<b>Ligeiramente Salobra</b>	<b>1.000 – 3.000</b>
<b>Moderadamente Salobra</b>	<b>3.000 – 10.000</b>

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 204,18 mg/L, com valor mínimo de 14,37 mg/L, encontrado no Assentamento Baixão (poço JJ 398) e valor máximo de 2.138,50 mg/L detectado na localidade Veneza (poço JJ 421). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), **quadro 2**, 96,08% das águas se enquadram no tipo doce e 3,92% são ligeiramente salobras, **figura 8**.



**Figura 8** – Classificação química das águas, segundo Mcneely *et al.* (1979)

## 7 – CONCLUSÕES

Os estudos hidrogeológicos e a análise e processamento dos dados coletados no cadastramento de poços no município de Tuntum permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

7.1 - Geologicamente a área do município está representada pelos sedimentos das formações Sambaíba (T12s), do Triássico; Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c), do Jurássico; Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it), do Cretáceo;

7.2 - O inventário hidrogeológico, realizado no município de Tuntum, registrou a presença de 128 pontos d'água, sendo 127 poços tubulares e 01 fonte natural;

7.3 - Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (103 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (24 poços), quando estão situados em propriedades privadas;

7.4 - Em relação ao uso da água 102 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 03 para uso doméstico, 18 para uso doméstico e animal, 01 para uso industrial, 01 para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura) e em 02 não foram obtidas informações sobre o uso da água;

7.5 - Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão locados sobre terrenos sedimentares;

7.6 - Verifica-se que 12 poços públicos estão desativados, enquanto os particulares somam 02;

7.7 - O município de Tuntum apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Sambaíba (T12s) Triássico; Pastos Bons (J2pb) e Corda (J2c), Jurássico; Grajaú (K1g), Codó (K1c) e Itapecuru (K12it), Cretáceo;

7.8 - O aquífero Sambaíba, que ocorre como aquífero livre e confinado na área do município, por apresentar uma constituição litológica predominantemente arenosa (arenitos finos a médios, bem selecionados) apresenta uma boa permeabilidade, caracterizando-se com um potencial hidrogeológico de médio a elevado;

7.9 - O aquífero Corda, que ocorre como aquífero livre e, semiconfinado constitui-se litologicamente de arenitos finos a médios, quartzosos, com níveis argilosos e com eventuais

níveis de siltitos e folhelhos. Em função desta constituição litológica apresenta uma permeabilidade regular, caracterizando-se com potencial hidrogeológico de fraco a médio;

7.10 - A formação Codó e Pastos Bons, reunindo siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos, litologias essencialmente pelíticas, torna-se uma unidade com fraco potencial hidrogeológico;

7.11 - O aquífero Grajaú, que ocorre na área do município como aquífero livre, apresenta uma constituição litológica constituída por arenitos finos a médios, com intercalações de siltitos, argilitos e clásticos grosseiros, com uma permeabilidade regular. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio;

7.12 - O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre ou semiconfinado na área do município. Por ser formado litologicamente por arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com intercalações de siltitos e argilitos, pode ser classificado como de potencial hidrogeológico de fraco a médio, com vazões variando entre 5,0 a 12,0 m<sup>3</sup>/h, podendo, em alguns casos, atingir mais de 40,0m<sup>3</sup>/h;

7.13 - Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, “*in loco*”, medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 102 poços;

7.14 - A Condutividade Elétrica, obtida nas amostras analisadas dos poços cadastrados, apresenta em 96,08%, baixos valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), caracterizando a água como doce, ou seja, de boa potabilidade para o consumo humano, como determina a Portaria do MS nº 518/2004. Em 3,92% são classificadas como água ligeiramente salobras;

7.15 – Em termos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD apresenta uma média por poço de 204,18 mg/L, com valor mínimo de 14,37 mg/L, encontrado no Assentamento Baixão (poço JJ 398) e valor máximo de 2.138,50 mg/L detectado na localidade Veneza (poço JJ 421). De acordo com a classificação de Mcneely *et al.* (1979), 96,08% das águas se enquadram no tipo doce e 3,92% são ligeiramente salobras;

7.16 - Por não ser objetivo do projeto não foram realizados testes de bombeamento nos poços cadastrados;

7.17 - Em função da carência de dados dos poços existentes, do conhecimento de valores referenciais de vazões dos aquíferos da região e da imprecisão das informações coletadas, junto aos usuários e moradores não foram abordados aspectos quantitativos das descargas de água subterrânea.

## **8 – RECOMENDAÇÕES**

8.1 – A administração municipal deve conscientizar os líderes comunitários de que o sistema de abastecimento, onde o poço é a peça mais importante, pertence à comunidade e, dessa forma, devem protegê-lo e conservar em perfeito funcionamento, pois é uma obra de grande importância e benefício para todos da comunidade;

8.2 – Como é comum no município locais de ocorrência aflorante do nível freático dos aquíferos é importante conscientizar as comunidades sobre os riscos de contaminação desses mananciais, por lixos e fossas situados em locais inadequados, pois podem provocar sérias doenças de veiculação hídrica;

8.3 – A prefeitura municipal deve fazer anualmente análise físico-química completa nos poços públicos do município (tubular e amazonas), visando um acompanhamento sistemático da qualidade dessas águas para o seu uso adequado;

8.4 – Para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis no município é importante que se faça uma campanha de recuperação e instalação dos poços desativados e não instalados, com a finalidade de aumentar consideravelmente a disponibilidade de água;

8.5 – Deve ser assegurado, por parte do município, medidas de proteção sanitária na construção dos poços tubulares e amazonas, a fim de garantir boa qualidade de água para a população, do ponto de vista bacteriológico;

8.6 – Pela importância histórica e regional que representa o rio Itapecuru seu progressivo nível de poluição exige o desenvolvimento de um programa que vise o diagnóstico e o mapeamento das fontes poluidoras desse manancial.

## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEMAR – 2010, Disponível em < [http://www.mzweb.com.br/cemar/web/conteudo\\_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45](http://www.mzweb.com.br/cemar/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=5435&conta=45) > Acesso em 22 de Maio de 2011.

CODÓ. Prefeitura Municipal. Secretaria de Indústria e Comércio. **Codó: uma cidade para todos.** Codó, 2006. 72 p.il.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS - 2009, Disponível em < [www.cnm.org.br](http://www.cnm.org.br) > Acesso em 22 de Maio de 2011.

CORREIA FILHO, Francisco Lages. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea do Estado do Maranhão:** proposta técnica. Teresina: CPRM, 2009. 6 f.

FEITOSA, A. C. **Relevo do Estado do Maranhão: Uma nova proposta de Classificação Topomorfológica.** In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2007, Goiânia. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia – Anais. Goiânia: UFG, v. 1: 1-11.

FEITOSA, Fernando A. C. *et al.* **Projeto cadastro da infra-estrutura hídrica do Nordeste - Estado do Piauí:** diagnóstico do Município de Acauã. Fortaleza: CPRM, 2003.10 f.il.

FEITOSA, Fernando A. C. *et al.* **Projeto cadastro da infra-estrutura hídrica do Nordeste - Estado do Piauí:** diagnóstico do Município de Guaribas. Fortaleza: CPRM, 2003.10 f.il.

IBGE – 2010, Disponível em < [www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1) > Acesso em 22 de Maio de 2011.

IBGE. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão:** Diretrizes gerais para ordenação territorial. Salvador, 1997.

LEITES, Sérgio Reali et al (Orgs.). **Presidente Dutra Folha SB.23-X-C:** Estado do Maranhão. Brasília: CPRM, 1994. 80 p. il. 2 mapas. Escala 1: 250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.

MAPS, Google, Disponível em < <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl> >  
Acesso em 22 de Maio de 2011.

MARANHÃO. Secretaria do Estado do Maranhão. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento do Maranhão – PPCD-MA: Síntese do Diagnóstico, Matriz do Plano e Contribuições do Processo de Consulta Pública para elaboração do PPCD-MA.** Brasília, 2011.

McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. **Water Quality Sourcebook: a guide to water quality parameters.** Ottawa, Canadá: [s.n.], 1979.

RIBEIRO, José Alcir Pereira; MEMO, Felicíssimo; VERÍSSIMO, Liano Silva (Orgs.). **Caxias Folha SB.23-X-B: Estados do Piauí e Maranhão.** Brasília: CPRM, 1998. 130 p. il. 2 mapas. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.

SOARES FILHO, Antonio Reinaldo. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: subprojeto hidrogeologia: relatório final – folha 07 – Teresina- NO.** Recife: CPRM, 1979.v.1.

SOARES FILHO, Antonio Reinaldo. **Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: subprojeto hidrogeologia: relatório final – folha 07 – Teresina- NO.** Recife: CPRM, 1979.v.2.

## APÊNDICE

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JG048	Baixão do Côco	-5,60661086	-44,69302126	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	126			Em operação	Compressor	138,6	90,09
JG061	Bié II	-5,53826817	-44,50007924	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	150			Em operação	Submersa	60,7	39,46
JG062	Maribondo	-5,39271005	-44,57362005	Tubular	Público	Abastecimento Urbano	84	60		Em operação	Submersa	94,9	61,69
JG063	Marajá do Bola	-5,43682703	-44,56334182	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Em operação	Submersa	97,3	63,25
JG068	Formosa	-5,4596419	-44,65697237	Tubular	Público	Abastecimento Urbano				Em operação	Submersa	72,5	47,13
JJ-026	Tuntum	-5,25973686	-44,64503654	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-027	Centro	-5,25266119	-44,64547106	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação		433	281,45
JJ-028	Canto Velho	-5,25594422	-44,64727351	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Obstruído			
JJ-029	Saída da Aldeia	-5,25553652	-44,6528525	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	242	157,30
JJ-030	Vila Mato	-5,25244662	-44,65284714	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação		220	143,00
JJ-031	Vila Mato	-5,25246807	-44,65302953	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	11,5		Abandonado		11250	7.312,50
JJ-032	Piçarra	-5,26074537	-44,64913496	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	127,2	82,68
JJ-033	Freire Carlos	-5,26257464	-44,64684435	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	145,5	94,58
JJ-034	Centro	-5,26178607	-44,64796552	Tubular	Particular	Doméstico	120			Em operação	Submersa	202	131,30
JJ-035	Piçarra	-5,26124963	-44,65240725	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	141,3	91,85
JJ-036	Caxixi	-5,87891408	-44,69876119	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	74,5	48,43
JJ-037	Brejo do João	-5,8348293	-44,73117837	Tubular	Público	Abastecimento urbano		8,27		Em operação	Submersa	72,5	47,13
JJ-038	São Bento de Cima	-5,80129632	-44,72026178	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	63,9	41,54
JJ-039	São Bento de Baixo	-5,78303584	-44,71085795	Tubular	Público	Abastecimento urbano	135	14,3		Em operação	Submersa	146,3	95,10
JJ-040	Nova Marajá	-5,72334596	-44,73111399	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	114,1	74,17
JJ-041	Pov. Novo Marajá	-5,71937629	-44,72782024	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	20		Em operação	Submersa	146,3	95,10
JJ-042	Assoc. do Novo Marajá	-5,69172808	-44,7121776	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180	6		Em operação	Compressor	211	137,15
JJ-043	Fazenda Campo Verde	-5,72059401	-44,69132611	Tubular	Particular	Doméstico/animal	102	78,8		Em operação	Compressor	104,4	67,86
JJ-044	Centro Mamui	-5,73843607	-44,78395888	Tubular	Particular	Doméstico/animal	130	32		Em operação	Submersa	103	66,95
JJ-045	Pov. Do Belém	-5,75380513	-44,61863824	Tubular	Particular	Doméstico	120	20		Em operação	Compressor	217	141,05
JJ-046	Pov. Do Belém	-5,75852581	-44,61541959	Tubular	Público	Abastecimento urbano	200	30		Em operação	Submersa	148,7	96,66
JJ-047	Pov. Do Belém	-5,75618693	-44,61789795	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	151,1	98,22
JJ-048	Belém	-5,75269469	-44,6150119	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	40		Em operação	Submersa	261	169,65
JJ-049	Pov. Belém	-5,75221726	-44,61583265	Tubular	Particular	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-050	Belém	-5,73882767	-44,58831319	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Paralisado			
JJ-129	Vila Real	-5,26936063	-44,64438208	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110	21,6	30,6	Em operação	Submersa		
JJ-130	Vila Nova	-5,27197846	-44,64228996	Tubular	Público	Abastecimento urbano	116	11,6	14,4	Em operação	Submersa	143,2	93,08
JJ-131	Vila Bento	-5,28423616	-44,64618989	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa		
JJ-132	Vila Cearense	-5,28961667	-44,64127072	Tubular	Público	Abastecimento urbano	90	9	17,6	Em operação	Submersa	129,6	84,24
JJ-133	São Raimundo	-5,26326128	-44,64131364	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	206	133,90
JJ-134	São Raimundo	-5,2606649	-44,64156576	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-135	São Raimundo	-5,26071855	-44,64153358	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-136	Tuntum de Cima	-5,26270875	-44,63779458	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-137	Mª Helena	-5,26136228	-44,63429161	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	144,6	93,99

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-138	Mil Réis	-5,25637873	-44,64276739	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100	6,1	15,1	Em operação	Submersa	236	153,40
JJ-139	Mil Réis	-5,25545069	-44,63668951	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Não instalado			
JJ-140	Cipó	-5,40238746	-44,83426102	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	148,5	96,53
JJ-141	Cipó - Fazenda Canaã	-5,39967307	-44,81965908	Tubular	Particular	Doméstico/animal	180	3		Em operação	Submersa	184,3	119,80
JJ-142	Cigano	-5,38173982	-44,78825578	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	180,6	117,39
JJ-143	Cigano	-5,38483509	-44,78433975	Tubular	Público	Abastecimento urbano	48			Em operação	Compressor	146,8	95,42
JJ-144	Cigano	-5,38186857	-44,78600272	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	16		Não instalado	Bomba Sapo	154,4	100,36
JJ-145	Cigano	-5,38221725	-44,78176483	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150	14,5		Em operação	Submersa	145,8	94,77
JJ-146	Placa Violão	-5,3434486	-44,68905159	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	177,3	115,25
JJ-147	Angico Arrancado	-5,37278124	-44,76877757	Tubular	Particular	uso doméstico/animal	150			Em operação	Submersa	135,1	87,82
JJ-148	Bela Vista	-5,37242183	-44,76865956	Tubular	Público	Abastecimento urbano	152	0	22	Em operação	Compressor	451	293,15
JJ-149	Angico Arrancado	-5,36541053	-44,74740037	Tubular	Particular	Doméstico/animal	150			Em operação	Submersa	2680	1.742,00
JJ-150	Fazenda Cartaxo	-5,35367855	-44,73690757	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Abandonado			
JJ-273	Sabonete	-5,73343107	-44,48724755	Tubular	Público	Abastecimento urbano	230			Paralisado			
JJ-278	Mamui	-5,68231889	-44,46127304	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Abandonado			
JJ-279	Mamui	-5,68237253	-44,46134278	Tubular	Público	Abastecimento urbano	250			Em operação	Compressor	86,6	56,29
JJ-348	Sumaúma	-5,57452627	-44,50771281	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	84	54,60
JJ-349	Sumaúma	-5,57538458	-44,47816023	Tubular	1	Múltiplo				Em operação	Submersa	106,3	69,10
JJ-351	Alto Alegre - Centro do Gato	-5,65178462	-44,50701007	Tubular	Público	Abastecimento urbano	220			Em operação	Compressor/ Óleo	220	143,00
JJ-385	Tuntum de Cima	-5,26733288	-44,63418969	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	184,7	120,06
JJ-386	Tuntum de Cima	-5,2716405	-44,63337966	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	13,5	21,2	Em operação	Submersa	158,2	102,83
JJ-387	Boa Fé	-5,27018675	-44,62042459	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Em operação	Submersa	310	201,50
JJ-388	Creoli do Bina	-5,35719761	-44,58762118	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-389	Creoli do Bina	-5,35719224	-44,58755144	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	194,4	126,36
JJ-390	Creoli do Bina	-5,36231526	-44,58684334	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	142,7	92,76
JJ-391	Fazenda São José	-5,36188611	-44,59212192	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Em operação	Submersa	137,5	89,38
JJ-392	Fazenda Ouro Branco	-5,35250374	-44,58261617	Tubular	Particular	Doméstico/animal	120			Em operação	Submersa	113,7	73,91
JJ-393	Fazenda Boa Sorte	-5,34799763	-44,58913931	Tubular	Particular	Doméstico/animal	110			Em operação	Submersa	193,9	126,04
JJ-394	São Lourenço	-5,84360548	-44,79323932	Tubular	Público	Abastecimento urbano	135			Em operação	Submersa	76,9	49,99
JJ-395	Santa Rosa/ Assentamento	-5,99252173	-44,79554602	Tubular	Público	Abastecimento urbano	160		13	Em operação	Submersa	68,5	44,53
JJ-396	Santa Rosa	-5,99434027	-44,79136177	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-397	Santa Rosa / Baixão	-5,98784932	-44,80743357	Tubular	Público	Abastecimento urbano	123		12	Em operação	Submersa	31,9	20,74
JJ-398	P. A. Baixão	-5,99685618	-44,82649871	Tubular	Público	Industrial	140		40	Em operação	Submersa	22,1	14,37
JJ-399	São Joaquim dos Melos	-5,89807578	-44,81794246	Tubular	Público	Abastecimento urbano	130			Em operação	Submersa	84,2	54,73
JJ-400	Anajá	-5,93961784	-44,74475035	Tubular	Público	Abastecimento urbano		24		Não instalado		276	179,40
JJ-401	Canto Grande	-5,95666596	-44,70434555	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Compressor	84,6	54,99
JJ-402	Canto Grande	-5,95335075	-44,69269403	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	124,1	80,67
JJ-404	São Lourenço / Mucura	-5,79151162	-44,81477746	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140	20		Paralisado	Submersa	247	160,55
JJ-405	São Lourenço / Mucura	-5,78301975	-44,82453533	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Paralisado	Compressor		

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-406	São Lourenço / Mucura	-5,77381977	-44,83245322	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	92	59,80
JJ-407	Agrovila	-5,74465879	-44,83277508	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	110,6	71,89
JJ-408	Agrovila	-5,75058647	-44,84054276	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-409	São Lourenço /Coceira Nova Alegria	-5,72884985	-44,86359903	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100			Em operação	Compressor	62,4	40,56
JJ-410	Chapadinha / Assentamento Faixa	-5,66179463	-44,81082925	Tubular	Público	Abastecimento urbano	100			Abandonado			
JJ-411	Chapadinha / Assent. Faixa	-5,65054544	-44,81479892	Tubular	Público	Abastecimento urbano	125		20	Em operação	Submersa	47,9	31,14
JJ-412	Jenipapo dos Gomes	-5,6256009	-44,91452345	Tubular	Público	Abastecimento urbano	105		30	Em operação	Submersa	158,5	103,03
JJ-413	Jenipapo dos Gomes	-5,62340685	-44,91352567	Tubular	Público	Abastecimento urbano	110			Abandonado			
JJ-414	Fazenda São Luis / Maitá	-5,61965176	-44,8219926	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Em operação	Submersa	49,1	31,92
JJ-415	Fazenda São Luis / Maitá	-5,61948546	-44,8218263	Tubular	Particular			6,7		Não instalado		111,7	72,61
JJ-416	Samborá 2	-5,52334973	-44,85260733	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	119,6	77,74
JJ-417	Ipuriú	-5,50576516	-44,8659701	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Em operação	Submersa	332	215,80
JJ-418	Ipuriú	-5,50584563	-44,8659701	Tubular	Público	Abastecimento urbano	205			Não instalado			
JJ-419	Ipuriú	-5,50401636	-44,86449488	Tubular	Público	Abastecimento urbano	187			Em operação	Submersa	189,3	123,05
JJ-420	Ipuriú	-5,5051268	-44,86446806	Tubular	Público	Abastecimento urbano	180			Não instalado			
JJ-421	Veneza	-5,48120149	-44,89401528	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	3290	2.138,50
JJ-422	Veneza	-5,48135706	-44,89366123	Tubular	Público		120			Abandonado			
JJ-423	Veneza	-5,45821496	-44,89328035	Tubular	Público	Abastecimento urbano	196			Em operação	Submersa	413	268,45
JJ-424	Macaúba	-5,46820351	-44,85928603	Tubular	Público	Abastecimento urbano	252	93	107	Em operação	Compressor	390	253,50
JJ-486	Entroncamento	-5,31900295	-44,63502654	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Em operação	Compressor	882	573,30
JJ-487	Araras	-5,32324084	-44,61031266	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	131,3	85,35
JJ-488	Ludogero	-5,29833921	-44,61533912	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação		120,8	78,52
JJ-489	Araras	-5,29887565	-44,61070963	Tubular	Particular	Doméstico/animal	80			Em operação	Submersa	1123	729,95
JJ-490	São Bentinho	-5,33793935	-44,57096466	Tubular	Público	Abastecimento urbano	105			Paralisado	Compressor	1395	906,75
JJ-491	Araras	-5,32147058	-44,60093566	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	216	140,40
JJ-492	Tuntum de Cima	-5,27895757	-44,62988206	Tubular	Particular	Doméstico				Em operação	Submersa	62,3	40,50
JJ-577	Fazenda Canabrava 2	-5,68053254	-44,60986205	Tubular	Particular	uso doméstico/animal	96	45		Em operação	Compressor	1568	1.019,20
JJ-578	Fazenda Canabrava 1	-5,62957057	-44,60353204	Tubular	Particular	uso doméstico/animal	40	3		Em operação	Injetora	87,1	56,62
JJ-579	Mato Verde	-5,59904703	-44,58847948	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	261	169,65
JJ-580	São Miguel	-5,60208329	-44,55648609	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	181,4	117,91
JJ-581	Lagoa do Centro	-5,24931916	-44,70968314	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	323	209,95
JJ-582	Lagoa do Leva	-5,25477477	-44,73101743	Tubular	Particular	Doméstico/animal	110	9		Paralisado	Compressor		
JJ-583	Serra do Grande	-5,25913068	-44,78322932	Tubular	Público	Abastecimento urbano	190	15		Em operação		678	440,70
JJ-584	Povoado Paca	-5,29402622	-44,76429292	Tubular	Público	Abastecimento urbano	280			Em operação	Compressor	282	183,30
JJ-585	P. A. Assent Serra Grande	-5,28675207	-44,79093262	Tubular	Público	Abastecimento urbano	175	12		Em operação	Submersa	237	154,05
JJ-586	Assoc. Com. do Pov. Paca	-5,28725096	-44,77937766	Tubular	Público	Abastecimento urbano	210	30		Em operação	Submersa	255	165,75
JJ-587	Aldeia	-5,16892263	-44,76000139	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120	8,3		Paralisado		399	259,35
JJ-588	Povoado Do Arroz	-5,19863614	-44,63109442	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	514	334,10
JJ-589	Centro Teixeira	-5,144654	-44,65403804	Tubular	Público	Abastecimento urbano	120			Em operação	Submersa	498	323,70

CÓDIGO POÇO	LOCALIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	NATUREZA DO PONTO	SITUAÇÃO DO TERRENO	FINALIDADE DO USO	PROF (m)	NE (m)	ND (m)	SITUAÇÃO DO POÇO	EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	COND. ELÉTRICA (µS/cm)	STD (mg/L)
JJ-590	Centro Teixeira	-5,14651545	-44,65461739	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			
JJ-591	Lagoa do Arroz	-5,20139345	-44,62914177	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Abandonado			0,00
JJ-592	Capim	-5,18925377	-44,57066962	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	compressor	525	341,25
JJ-593	Povoado Noleto	-5,22315689	-44,5698274	Tubular	Público	Abastecimento urbano	150			Em operação	Submersa	599	389,35
JJ-594	Povoado Noleto	-5,22005626	-44,56853458	Tubular	Público	Abastecimento urbano	143			Abandonado			
JJ-595	Pov. Moça Branca	-5,2396793	-44,60301169	Tubular	Público	Abastecimento urbano	140			Não instalado	Submersa	2.700	1.755,00
JJ481	Olho D'água do Peba	-5,432944444	-44,71411111	Tubular	Público	Abastecimento urbano	132			Em operação	Submersa	118,4	76,96
JJ482	Olho D'água do Peba	-5,435583333	-44,71563889	Fonte Natural						Fonte natural		107,9	70,14
JJ483	Fazenda do Miguel	-5,339583333	-44,67541667	Tubular	Particular	Doméstico/animal				Em operação	Compressor	56,1	36,47
JJ484	Entroncamento	-5,332	-44,64866667	Tubular	Particular	Doméstico/animal	96			Em operação	Compressor	149,8	97,37
JJ485	Entroncamento	-5,325305556	-44,64647222	Tubular	Público	Abastecimento urbano				Em operação	Submersa	63,5	41,28

## **ANEXOS**